



TITLE:

非数値計算メモ (電子計算機による 数式処理)

AUTHOR(S):

黒沢, 俊雄

CITATION:

黒沢, 俊雄. 非数値計算メモ (電子計算機による数式処理). 数理解析研究所講究録 1971, 109: 16-24

ISSUE DATE:

1971-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/106367>

RIGHT:

非数値計算 \times 元

1. 非数値計算

2. 言語 α 問題

3. 実例

3.1 三体問題

3.2 非線形回帰

3.3 IRa Query

日本フロンティア・コンピュータ・システム (株)

黒沢 俊雄.

§1 非数値計算

非数値計算の範囲は広いが、大別すると、

1. 数式処理
2. 論理式処理
3. 化学構造式処理
4. 言語処理
5. 図形処理
6. データプログラミング処理

としよう。これらの分野はいずれも、一般のデータフォーマットや、技術計算にみられる数値計算程、一般のフォーマットへの普及はみられないうが、特殊な分野では、実用的であるのみならず、重要な位置を占めている。

1, 2, 3. はいずれも式処理であり、1つのグループとして議論するのも一方法と思うが、式の構造、性質、演算のしかたが、それぞれちがうので、別々に議論することにした。

4は、コンパイラ、トランスレータを別にみれば、フォーマット言語の処理には、かゝらない。

6は、GPS、SIMSCRIPT、SL などのシステムシミュレーションのシステムや、PERTなどのデータプログラミングをとりあつかうシステム、回路や通信のネットワークの処理を広く

用いられている。また OS におけるジョブ・スタックの取扱い、ファイルを操作する データ・マネジャーも 6 の応用である。

5 における図形情報のセグメンテーションと、各セグメントの合成、組合せの方法も、他の非数値情報の処理と共通している。グラフィック・ディスプレイ・システムは、5 および 6 の機能が採用されている。

また論理式の応用として、IR のための条件式がある。効果的な IR 規則グラフを作るためには、上手な検査条件の判定のアルゴリズムを考えなければならぬ。電算機の論理回路は、論理式そのものである。設計の自動化には、論理式の自動処理が必須である。

そして 今度の研究会の主題である数式処理である。これらの分野に共通していることは、情報の構造の設定と構造を処理するアルゴリズムが主眼であることである。

化学構造式の処理の例として 部分構造の検査システムがある。グラフの理論に基づいた応用例である。

§ 2. 言語の問題

Lisp などの非数値処理専用 の フォーミング 言語があるが、これらの評価がしばしば問題になる。実用的であるか、どうか、という ことである。しかし ここで 実用 の意味を つぎの 2 通に 考え みる 必要 がある。

1° 計算時間が充分早く 実用 の フォーミング が 実行可能 であり フォーミング が 容易 なこと。

2° アルゴリズム の 表現 が 形式的 で、視覚的に 充分 認識 し やすい こと。アルゴリズム の 合目的 的性 の チェック の ための モデル は 充分 なる こと。

PL/I の コンパイラ を PL/I の 言語 で 組んだ 例 や、論理設計 の ための フォーミング を、実用 の フォーミング を 目的 とせず に 高い レベル の 言語 で 組んだ 例、又 COBOL を ALGOL で 組んだ 例 も ある。

これらの 例 は、1° の 意味 に おいて 実用 と は 言え ない。

しかし、教育、訓練 の 目的 や、システム の 仕様 を あらわす、ドキュメンテーション として 充分 に 立つ 訳 で、さう に アルゴリズム の 正しき チェック には 充分 立つ もの と 思う。

Lisp は、形式的 であり、アルゴリズム の 論理 を 表現 する ために 適 している。例えば、式 の 微分 算 Lisp フォーミング は、微分 規則 を 恒等式 に した もの に なる。

§3 実例

3.1 原子核の3体問題

Rayleigh-Ritz 法によって、原子核の3体問題の固有波動関数をもとめる問題である。

$$\int \psi \cdot A \psi \, d\tau = \sum_{i,j} a_{ij} x_i y_j \quad \dots (1)$$

(1) の二次形式の係数を計算する問題であるが、

$$\psi(r_1, r_2, r_3) = \sum_i x_i \cdot \psi_i \quad \dots (2)$$

$$\psi_i = \prod_{j=1}^3 (e^{-\mu(r_j-D)} - e^{-\mu(r_j-D)}) \cdot p_i(r_1, r_2, r_3) \quad \dots (3)$$

で、 A は微分演算子を含む演算子である。

$$A \psi \quad \text{を } i, j \text{ 間}$$

$$\int \psi \cdot A \psi \, d\tau$$

を LISP, FORHAC, FORTAN を用いて計算した。

詳細は、第9回2012年ラミンギンホジウムで報告済み。
同報告書を参照された。

3.2 非線型回帰

いくつかの変数 x の関数 y の値を最小にするようなパラメータの値を求める問題である。すなわち、独立変数 $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ 、観測値 $y(x)$ の数値表を。

関数 $f(x, a)$ が 記号で与えられた場合

$$\|f(x, a) - y(x)\| \quad \dots (1)$$

を最小にするようなパラメータ $a = (a_1, a_2, \dots, a_F)$

を決定することである。そこで

$$f(x, a) = \sum a_i f_i(x) \quad \dots (2)$$

$f_i(x)$ は 記号のまま、有理関数、三角関数、指数関数など
FORTRAN で とりあつかえる 初等関数を入力できる。

このプログラムでは f と y の 1 次導関数を計算する必要
がある。 f の 微分と Eバリュエーションは 数式処理の技法を
もちいた。

従来の非線形回帰の方法では、 f の微分と数値化の、サバ
ルーションを準備して、メインプログラムと結びつける必要
がなかったが、一般化されたプログラムによって、特殊な
サバレーションをこの都度作成するのを、わずらわしい作業か
ら開放されるようになった。

さらに 非線形回帰の問題は、ガウフィーク・デスモ
レーの 2 応用例である。数式であたえた関数が
うまくフィットするか どうかを CRT 上の曲線を手がめることが
できる。

ライトペンで 関数の形を 修正したり 偏りの大き
い観測値を削除しながら CRT 上の曲線を見、関数を決めてい
くことができる。

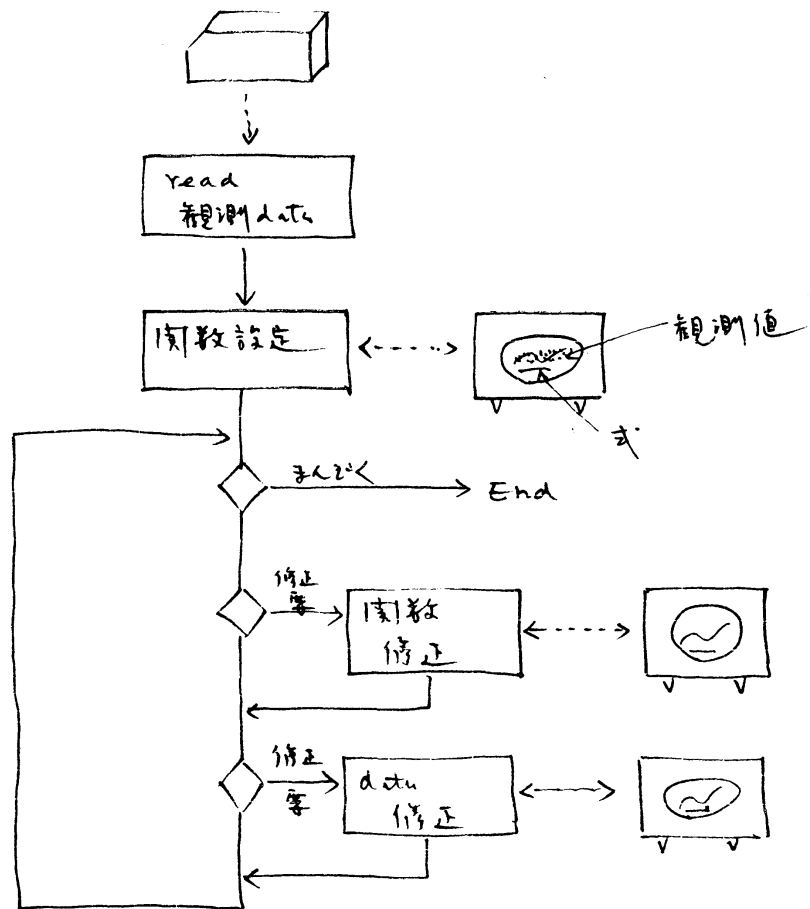


圖 1 非線形回歸. a 圖

3.3 IRのQuery

IRのQueryは条件式ともいわれる。単位条件と論理演算子からなる論理式である。

たとえば、

$$x_1 \wedge \left[x_2 \wedge x_3 \wedge \overline{[x_4 \vee x_5]} \vee x_6 \wedge [x_7 \vee x_8] \right] \quad \dots (1)$$

の x_i ($i=1 \dots 8$) は 単位条件で 年齢 ≤ 20 、性別 = 男 とか、

key word DECISION がある、などの条件をあらわす。

これから条件にあてば $x_i = 1$ であり、あわなければ $x_i = 0$

の2値をもつ。また式(1)も2値の関数である。

Queryを処理するためには、まず x_i ($i=1, 2 \dots 8$) を

エバリュートし つぎに式(1)の値を求める。

カッコの内がわから演算すればよいわけであるが、式をつづ

のうに整理すれば演算も容易である。

$$\begin{aligned} x_4 \vee x_5 &\rightarrow p_1 \\ \overline{p_1} &\rightarrow p_2 \\ x_7 \vee x_8 &\rightarrow p_3 \\ x_2 \wedge x_3 \wedge p_2 &\rightarrow p_4 \\ x_6 \wedge p_3 &\rightarrow p_5 \\ p_4 \vee p_5 &\rightarrow p_6 \end{aligned}$$

$$x_1 \wedge p_6 \rightarrow y$$

\wedge (and), \vee (or), \neg (not) の 1 変数 サブルクエリを準備すれば、順次上記の演算を実行すれば、 y の値がえられる。

$y = 1$ ----- 合格

$y = 0$ ----- 選外。

である。これは論理回路のシミュレーションと同様である。

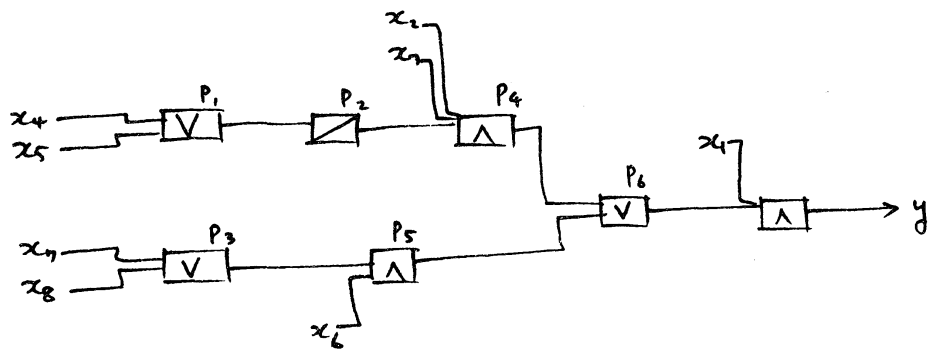


図 2 Query の evaluation